

INOVASI TEKNOLOGI PENANGGULANGAN MASALAH SALINITAS PADA LAHAN TIMBUNAN PASCA PENAMBANGAN BATUBARA

Sidik Haddy Tala'ohu¹⁾ dan Deddy Erfandi²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor

²⁾ Balai Penelitian Tanah, Bogor

s.talaohu@yahoo.com

Salah satu dampak penambangan batubara dengan sistem terbuka adalah kerusakan tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi yang merupakan faktor penghambat dominan dalam pemanfaatan lahan pasca penambangan. Salah satu kendala yang dihadapi dalam upaya memperbaiki lingkungan tanah timbunan adalah kandungan garam-garam yang tinggi. Areal tanah timbunan untuk beberapa tahun pertama sangat sulit ditumbuhi vegetasi sehingga menimbulkan erosi yang berat dan menciptakan kondisi lingkungan yang buruk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase dalam mencuci kandungan garam di permukaan areal timbunan. Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Ukuran petak percobaan 10 m x 10 m dengan perlakuan sistem drainase lahan dengan jarak saluran drainase sebagai petak utama: Drainase lahan dengan jarak antar saluran 5 m (S_1); drainase lahan dengan jarak antar saluran 10 m (S_2) dan kedalaman saluran drainase sebagai anak petak: Kedalaman saluran 25 cm (d_1) dan Kedalaman saluran 50 cm (d_2). Sebagai tanaman indikator digunakan *Calopogonium mucunoides*, ditanam dalam larikan, dan tanaman kayu sungkai. Pupuk dasar yang diberikan adalah P- Alam 500 kg/ha, urea 150 kg/ha, KCl 150 kg/ha, dolomit 2 t/ha mulsa rumput lokal 6 t/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan S_2d_1 (jarak antar saluran 10 m dengan kedalaman saluran 25 cm) memberikan dampak yang lebih baik terhadap keragaan dan pertumbuhan tanaman. Sedangkan pemberian mulsa rumput lokal 6 ton/ha belum mampu memberikan pengaruh yang berarti dalam pembentukan struktur tanah yang gembur maupun perbaikan sifat fisika dan kimia tanah untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman di areal timbunan pasca penambangan batubara.

Kata kunci: penambangan batubara, salinitas, reklamasi, pencucian garam

PENDAHULUAN

Salah satu dampak penambangan batubara dengan sistem terbuka di areal kuasa penambangan PT Tambang Batubara di Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan, adalah kerusakan tanah, baik fisika, kimia, maupun biologi. Kerusakan tersebut merupakan faktor penghambat utama dalam pemanfaatan lahan pasca penambangan. Salah satu kendala yang dihadapi dalam upaya memperbaiki lingkungan tanah timbunan adalah tingginya kandungan garam-garam, selain asam-asam, pada sebagian tanah galian pasca penambangan. Garam-garam tersebut didominasi oleh garam-garam Sulfat antara lain: $MgSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (gypsum), dan $AlOHSO_4$ (jurbanite) yang sering muncul di permukaan tanah berupa kerak putih pada musim kemarau. Garam-garam tersebut sangat meracuni tanaman sehingga usaha penghijauan sering mengalami kegagalan. Akibatnya, areal lahan timbunan terkesan gersang. Hal ini menyebabkan tanah tetap terbuka sehingga menimbulkan erosi berat yang menciptakan lingkungan yang buruk.

Pada sistem penambangan terbuka, bahan nontambang atau sisa hasil penambangan ditimbun di suatu tempat sehingga membentuk "bukit-bukit" menyerupai stupa yang cukup luas dan tinggi dengan lereng cukup terjal (kemiringan 15-25%).

Pada bagian bidang miring, terjadi erosi yang sangat berat. Tanah dengan kondisi seperti ini perlu ditata sedemikian rupa agar dapat memberikan kontribusi yang baik terhadap lingkungan (Puslittanak, 1993). Upaya untuk mengurangi atau menanggulangi kandungan garam sampai batas yang dapat ditoleransi oleh tanaman antara lain dengan cara mengurangi atau menanggulangi pembentukan garam-garam baru dan mencuci garam-garam yang telah terbentuk di permukaan areal tanah timbunan. Pembentukan garam-garam di atas tidak terlepas dari proses evaporasi dan kapileritas tanah. Pemanfaatan mulsa merupakan alternatif dalam mengurangi evaporasi dan memperlambat naiknya garam-garam dari lapisan bawah melalui kapileritas ke permukaan tanah.

Beberapa faktor yang merupakan pembatas utama dalam mereklamasi areal timbunan antara lain rendahnya kadar pH (sangat masam), tingginya kadar garam, rendahnya tingkat kesuburan, tingginya tingkat kepadatan tanah, lambatnya permeabilitas dan buruknya aerasi tanah. (Widjaja Adhi, 1993; Puslittanak, 1993 dan 1995; Sidik *et al.*, 1995; 1996 dan 1999; Retno *et al.*, 1995). Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat di Areal Kuasa Penambangan PT. Tambang Batubara Bukit Asam, Sumatera Selatan, ditemukan bahwa tanah sisa galian penambangan batubara terdiri atas sisa batubara/batubara muda dan batuan seperti batu liat (*clay stone*), batu lanau (*silt stone*), batu pasir (*sand stone*) atau tufa vulkan (Dai 1993; Soekardi *et al.*, 1995). Hasil penelitian Mulyani *et al.* (1995) menunjukkan bahwa pada campuran tanah merah dan *blue clay* dengan perbandingan 4 : 1, pertumbuhan tanaman jagung lebih baik. Kondisi areal timbunan yang belum stabil dengan kandungan garam sulfat relatif tinggi, tingkat kepadatan tanah yang tinggi, drainase dan permeabilitas yang buruk, pH yang sangat rendah (masam), miskin bahan organik dan unsur hara, serta daya adaptasi yang rendah beberapa jenis tanaman pada kondisi ekstrim seperti ini juga turut mempengaruhi tingkat kematian dan proses pertumbuhan tanaman (Sudjadi, 1996). Adiningsih dan Sudjadi (1993) mengatakan bahwa apabila kadar bahan organik dalam tanah rendah maka efisiensi pemupukan juga rendah. Untuk meningkatkan kadar bahan organik pada areal timbunan dapat ditempuh melalui: penggunaan pupuk kandang, pemberian mulsa, dan penanaman jenis tanaman legum penutup tanah. Selanjutnya pemilihan tanaman reklamasi disesuaikan dengan kondisi iklim dan kualitas lahan timbunan dengan mengacu kepada persyaratan tumbuh tanaman (Webb *et al.*, 1984; PCARRD, 1986; dan PROSEA, 1992).

Sejalan dengan uraian tersebut di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana kemampuan saluran drainase dalam mencuci kandungan garam di permukaan tanah timbunan pasca penambangan batubara.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada areal tanah timbunan di *Outside Dump*, di areal penambangan PT Tambang Batubara di Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan,. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan dan petak kontrol yakni penanaman tanpa saluran drainase, tidak diberi pemupukan dasar maupun mulsa. Ukuran petak percobaan: 10 m x 10 m. Perlakuan yang diuji adalah sistem drainase lahan dengan jarak antar saluran drainase sebagai petak utama dan kedalaman saluran drainase sebagai anak petak.

Sebagai petak utama:

1. Drainase lahan dengan jarak antar saluran 5 m (S_1)
2. Drainase lahan dengan jarak antar saluran 10 m (S_2)

Sebagai anak petak:

1. Kedalaman saluran 25 cm (d_1)
2. Kedalaman saluran 50 cm (d_2)

Sebagai tanaman indikator digunakan *Calopogonium muconoides* (Calopo) yang ditanam dalam larikan dan tanaman kayu sungkai yang toleran terhadap kondisi setempat. Pupuk dasar yang diberikan adalah P- Alam 500 kg/ha, urea 150 kg/ha, KCl 150 kg/ha, dolomit 2 t/ha mulsa rumput lokal 6 t/ha.

Pengolahan tanah

Sebelum penanaman tanah diolah dua kali dengan selang waktu 2 bulan menggunakan garpu karena tanahnya cukup padat kemudian menggunakan cangkul untuk menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah dan dilanjutkan dengan pembuatan saluran/ parit drainase.

Tahapan kegiatan:

Penanaman

Tanaman indikator adalah tanaman sungkai. Jumlah tanaman pada jarak saluran 5 m (S_1) adalah 12 tanaman dan pada jarak saluran 10 m (S_2) adalah 9 tanaman. Sedangkan tanaman *legume cover crop* adalah *Calopogonium mucunoides* yang ditanam dengan cara dilarik memotong lereng (jarak antar larikan 50 cm).

Pemupukan

Pupuk dasar yang diberikan adalah P-alam 0,5 t/ha, dolomit 2 t/ha, urea dan KCl masing-masing 150 kg/ha dan mulsa rumput lokal 6 ton/ha. Cara pemberian adalah sebagai berikut: P-alam dan dolomit diberikan dengan cara disebar pada setiap petakan kemudian diaduk dengan menggunakan cangkul. Pemberian mulsa juga disebar pada masing-masing petakan. Urea dan KCl diberikan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (2 MST) dengan cara ditugal untuk tanaman sungkai

dan dengan cara dilarik di sebelah tanaman untuk tanaman *Calopogonium mucunoides*.

Pemantauan kedalaman air tanah

Pemantauan kedalaman permukaan air tanah menggunakan alat pysometer yang terbuat dari pipa paralon (PVC) berdiameter ± 7 cm yang dipasang dengan kedalaman 85 cm dari permukaan tanah. Pemasangan pysometer ini dilakukan pada petak kontrol S_1d_1 , S_1d_2 , S_2d_1 , dan S_2d_2 masing-masing empat buah setiap petak.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap:

1. Keragaan pertumbuhan tanaman yakni keadaan pertumbuhan/perkembangan tanaman (diamati secara visual) saat tanaman berumur 4 bulan;
2. Tinggi tanaman sungkai dan persentase tanaman yang hidup (dilakukan dua kali pengamatan);
3. Kedalaman permukaan air tanah dan daya hantar listrik (DHL) air dalam pysometer, pada tanah permukaan petakan, dan pada saluran drainase (dari beberapa kali kejadian hujan);
4. Analisa sifat fisika dan kimia tanah (pengambilan contoh tanah saat tanaman berumur 7 bulan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisika dan kimia tanah awal

Sifat fisika dan kimia tanah sebelum dilakukan intervensi adalah sebagai berikut. Tekstur tanah areal timbunan termasuk liat dengan berat isi $> 1,2 \text{ g/cm}^3$ (tergolong padat), pori aerasi tergolong sedang dengan permeabilitas agak lambat. Sedangkan sifat kimia tanah adalah pH sangat rendah (masam); kandungan garam Mg dan Na sangat tinggi. Kondisi demikian merupakan penghambat yang cukup berarti bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang nantinya digunakan sebagai tanaman reklamasi sehingga perlu inovasi teknologi untuk perbaikan media tumbuh tanaman.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia tanah awal

Uraian	Kedalaman	
	0-20 cm	20-40 cm
Tekstur :		
Pasir (%)	24	9
Debu (%)	35	36
Liat (%)	41	55
Kelas	liat	liat
Bobot isi (g/cm^3)	1,29	1,27
Total ruang pori (%Vol)	51,5	52,0
Pori air tersedia (%Vol)	13,5 (S)	14,7 (S)
Pori aerasi (%Vol)	6,3 (R)	5,9 (R)

Permeabilitas (cm/jam)	0,57 (AL)	0,67 (AL)
Indeks stabilitas agregat	44 (TS)	46 (TS)
pH H ₂ O	3,6	3,5
KCl	3,5	4,2
DHL (dS/m)	2,82	2,45
C (%)	2,73	2,58
N (%)	0,08	0,05
C/N	34	52
Ekstrak HCl 25% mg/100g	19	20
K ₂ O (mg/100g)	64	58
Ekstrak HCl Bray I: P ₂ O ₅	5,5	4,4
NTK (me/100g):		
Ca	7,35	7,07
Mg	11,05	11,37
K	0,09	0,30
Na	1,01	2,46
Total (me/100g)	19,50	21,20
KTk	9,60	12,66
KB (%)	> 100	> 100
Al ³⁺ (me/100g)	5,6	0,6
Total S (%)	0,27	0,19

Keterangan: S = Sedang; R = Rendah; AL = Agak lambat; TS = Tidak stabil
DHL air aliran permukaan: 5.000 – 8.000 mmhos/cm

Pertumbuhan tanaman

Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 2. Tanaman *Calopogonium mucunoides* pada umur 3 bulan menunjukkan bahwa keragaan tumbuh pada perlakuan drainase lahan sebesar 95-96%, sedangkan pada petak kontrol sebesar 47%. Kondisi areal penambangan dan lahan timbunan serta keragaan pertumbuhan tanaman reklamasi terlihat pada Gambar 1. Sedangkan tanaman sungkai menunjukkan keragaan pertumbuhan lebih baik pada petak-petak yang diberi saluran drainase (80-93%) dibandingkan dengan pada petak kontrol (66%). Tinggi tanaman sungkai pada umur 9 bulan pada perlakuan drainase lahan sebesar 62-68 cm dengan persentase tanaman hidup berkisar 72-83%. Sedangkan tinggi tanaman pada petak kontrol adalah 40 cm dengan persentase tanaman hidup sebesar 33%. Namun, secara umum, dalam perkembangan selanjutnya nampak bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman agak lambat. Walaupun demikian, nampak bahwa perlakuan S₂d₁ (jarak antar saluran 10 m dengan kedalaman saluran 25 cm) memberikan dampak yang lebih baik terhadap keragaan dan pertumbuhan tanaman.



Gambar 1a. Kondisi areal penambangan dan areal timbunan



Gambar 1b. Salah satu bidang alas areal timbunan yang mengalami erosi parit, pada musim kemarau garam-garam berwarna putih muncul dipermukaan areal timbunan dan bersifat meracuni tanaman



Gambar 1. Keragaan pertumbuhan tanaman *Calopogonium muconoides* (kanan pada perlakuan S_2d_2 (jarak antar saluran 10 m dan kedalaman saluran 0,5 m)

Diduga hal ini disebabkan oleh masih tingginya kandungan garam dalam tanah. Garam-garam tersebut sering nampak pada musim kemarau berupa kerak putih di permukaan tanah dan bersifat meracuni tanaman. Kondisi ini jelas pada saat curah hujan berkurang (musim kemarau) yang mana tanaman nampak merana bahkan mati. Tanaman sungkai pada kondisi kemarau biasanya mengalami masa gugur daun dan bertunas lagi pada awal musim hujan. Hal ini nampak pada perlakuan kontrol, pada umur 9 bulan tinggi tanaman sungkai cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pada umur 5 bulan (dimusim hujan) karena pucuk tanaman kekeringan. Mengingat kondisi demikian, maka pemanfaatan jenis-jenis tanaman yang toleran dengan kondisi tanah areal timbunan merupakan salah satu alternatif pemecahan dalam upaya mereklamasi lahan timbunan pasca penambangan batubara. Oleh sebab itu dalam upaya reklamasi areal timbunan pasca penambangan, maka penanaman *legume cover crop*, rumput disarankan menggunakan sistim bedengan/guludan disertai dengan

pemberian mulsa rumput lokal (takaran 10-15 t/ha) dan disebar dipermukaan tanah untuk mengurangi evaporasi dan memelihara kelembaban tanah sedangkan penanaman tanaman tahunan menggunakan sistim pot berukuran 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m pada guludan individu (dibuat per tanaman dan diberi mulsa yang disebar disekitar pokok tanaman).

Tabel 2. Keragaan tumbuh tanaman (%), persen penutupan, tinggi dan persentase tanaman hidup

Perlakuan	Keragaan tumbuh tanaman		Tanaman Sungkai			
	<i>C. mucunoides</i>	Sungkai	Tinggi tanaman		% tanaman hidup	
	(umur 3 bulan)		(umur 5 bulan)	(umur 9 bulan)	(umur 5 bulan)	(umur 9 bulan)
	%		cm		%	
Kontrol	47	66	43	40	52	33
S ₁ d ₁	95	80	59	64	75	72
S ₁ d ₂	96	86	58	68	92	81
S ₂ d ₁	95	93	60	65	98	83
S ₂ d ₂	96	92	55	62	90	83

Daya hantar listrik

Dari hasil pengamatan pada Pysometer (Tabel 3), terlihat bahwa daya hantar listrik (DHL) pada petak-petak yang diberi saluran drainase cenderung lebih rendah dibandingkan dengan petak tanpa saluran drainase (petak kontrol). Sedangkan DHL tertinggi dijumpai pada air saluran drainase utama (SDU). Keadaan yang sama juga dijumpai antara saluran drainase dan tanah permukaan pada petakan. DHL air tanah permukaan saluran drainase lebih tinggi dibandingkan dengan pada petakan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya saluran drainase maka pencucian garam-garam berjalan lebih lancar. Secara umum nampak bahwa perlakuan S₂d₁ (jarak antar saluran 10 m dengan kedalaman saluran 25 cm) memberikan dampak yang lebih baik terhadap penurunan daya hantar listrik air tanah di areal timbunan.

Tabel 3. Kedalaman air tanah dan daya hantar listrik air pada pysometer dan pada tanah permukaan

Curah hujan	Perlakuan	Air pada pysometer		DHL tanah permukaan	
		kedalaman air tanah	DHL	pada saluran drainase	pada petakan
		...cm...	mmhos.....	
58 mm	Kontrol	0,8	2.112,5		
	S ₁ d ₁	24,3	1.797,5		
	S ₁ d ₂	9,3	1.712,5		
	S ₂ d ₁	16,8	1.700,0		
	S ₂ d ₂	40,9	1.802,5		
5 mm	Kontrol	3,3	3.887,5		
	S ₁ d ₁	30,0	3.472,5		
	S ₁ d ₂	16,5	2.525,0		
	S ₂ d ₁	16,8	1.700,0		
	S ₂ d ₂	6,3	2.200,0		

35 mm	Kontrol	3,3	3.187,5	-	650,0
	S ₁ d ₁	26,0	2.612,5	1.083,3	200,0
	S ₁ d ₂	9,5	1.850,0	1.000,0	275,0
	S ₂ d ₁	4,3	1.750,0	750,0	188,3
	S ₂ d ₂	21,8	3.825,0	543,4	175,0
30 mm	Kontrol	1,0	3.637,5	-	253,3
	S ₁ d ₁	30,8	2.950,0	288,3	108,3
	S ₁ d ₂	5,0	2.150,0	516,7	153,3
	S ₂ d ₁	0,0	2.337,5	350,0	133,3
	S ₂ d ₂	37,5	3.725,0	383,3	120,0
	SDU ^{*)}	-	5.000,0		
73 mm	Kontrol	0,5	2.600,0	-	400,0
	S ₁ d ₁	23,5	1.862,5	383,3	101,7
	S ₁ d ₂	7,0	1.575,0	733,3	143,3
	S ₂ d ₁	1,8	1.762,5	436,7	145,0
	S ₂ d ₂	39,8	2.550,0	513,3	93,3
	SDU	-	6.000,0		
16 mm	Kontrol	3,5	3.875,0	-	650,0
	S ₁ d ₁	28,0	2.800,0	583,3	166,7
	S ₁ d ₂	12,3	2.687,5	650,0	186,7
	S ₂ d ₁	10,3	2.875,0	633,3	161,7
	S ₂ d ₂	41,0	3.625,0	493,3	181,7
	SDU	-	4.000,0		
31 mm	Kontrol	5,5	3.525,0	-	840,0
	S ₁ d ₁	38,5	2.193,8	810,0	423,3
	S ₁ d ₂	14,5	1.800,0	1.300,0	566,7
	S ₂ d ₁	6,5	3.250,0	625,0	333,3
	S ₂ d ₂	16,5	2.475,0	616,7	483,3
	SDU	-	4.500,0		

Keterangan : ^{*)} SDU = saluran drainase utama

Sifat fisika tanah pada saat tanaman berumur 7 bulan

Dari hasil analisa sifat fisik tanah (Tabel 4) terlihat bahwa sifat fisika tanah masih merupakan kendala dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada areal timbunan antara lain: Tanah masih cukup padat, pori drainase cepat yang rendah dan permeabilitas tergolong lambat. Hal ini berarti bahwa pemberian mulsa rumput lokal 6 ton/ha belum mampu memberikan pengaruh yang berarti dalam pembentukan struktur tanah yang gembur.

Tabel 4. Hasil analisis sifat fisika tanah

Perlakuan	Kedalaman	Kadar air SPC *)	BD	Total ruang pori	Kadar air			Pori drainase		Air tersedia	Permea- bilitas
					pF2	pF2,54	pF 4,2	cepat	lambat		
	cm	% Vol	g/cm ³	% vol							cm/jam
Kontrol	0-20	45.6	1.53	42.1	35.0	31.5	23.0	7.1	3.5	8.5	0.68
	20-40	44.5	1.56	41.3	34.3	30.9	21.3	7.0	3.4	9.6	2.07
S ₁ d ₁	0-20	41.3	1.32	50.1	44.1	39.7	28.1	6.0	4.4	11.6	0.33
	20-40	39.2	1.50	43.4	35.9	32.3	21.8	7.5	3.5	10.5	0.28
S ₁ d ₂	0-20	42.4	1.39	47.5	39.9	35.5	24.2	7.6	4.4	11.3	0.34
	20-40	53.7	1.48	44.3	37.3	33.5	22.9	7.0	3.8	10.6	0.97
S ₂ d ₁	0-20	47.6	1.45	45.5	37.4	33.0	22.5	8.0	4.4	10.5	2.48
	20-40	46.6	1.47	44.5	36.6	32.5	22.1	7.9	4.1	10.4	0.10
S ₂ d ₂	0-20	45.4	1.49	43.7	36.1	32.7	22.3	7.6	3.4	10.4	0.33
	20-40	42.9	1.44	45.7	38.3	34.5	19.6	7.4	3.8	14.9	0.27

Keterangan : ^{*)} SPC = saat pengambilan contoh

Sifat kimia tanah pada saat tanaman berumur 7 bulan

Kandungan C-organik tanah (lapisan 0-40 cm) tergolong sedang sampai tinggi. Tingginya kandungan C-organik hasil analisis ini tidak berarti bahwa sifat fisik dan kimia tanah akan lebih baik. Hal ini disebabkan oleh karena C-organik hasil analisa ini berasal dari serpihan batubara yang bercampur dengan tanah timbunan. Hal ini tampak juga dari rendahnya kandungan N atau tingginya nilai C/N ratioidan sangat tingginya kandungan garam Mg dan Na yang dapat meracuni tanaman reklamasi (Tabel 5).

Kandungan beberapa unsur logam berat (Tabel 6), menurut KLH dan Dahhousie Univ. (1992), masih berada di bawah baku mutu untuk lahan pertanian . Namun, khusus untuk Cadmium (Cd) perlu diwaspadai karena berada pada ambang batas baku mutu.

Tabel 5. Hasil analisis sifat kimia tanah

Perlakuan	Kedalaman	pH		DHL	Bahan organik			Bray 1 P2O5	Nilai tukar kation (NH ₄ -asetat 1N, pH 7)							KCl 1N	
		H ₂ O	KCl		C	N	C/N		Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB *	Al3+	H+
		cm			%				me/100g							me/100g	
					dS/m										%		
Kontrol	0-20	6.2	5.8	2.32	3.01	0.15	20	6.4	5.57	13.13	0.38	2.40	21.48	14.20	>100	0.00	0.00
	20-40	6.0	5.6	2.77	2.46	0.11	22	6.0	6.24	16.92	0.43	2.46	26.05	14.60	>100	0.04	0.02
S1d1	0-20	4.6	4.0	2.19	3.35	0.10	36	8.4	10.05	15.48	0.41	1.16	27.11	22.99	95	0.40	0.11
	20-40	4.2	3.7	2.65	2.91	0.09	32	7.4	10.04	17.34	0.42	1.73	29.53	22.22	96	1.53	0.24
S1d2	0-20	5.4	5.0	1.69	4.06	0.13	31	6.1	7.88	14.51	0.41	1.02	23.82	25.19	93	0.04	0.02
	20-40	5.1	4.9	2.25	4.25	0.14	30	6.3	8.66	17.78	0.49	1.79	28.72	25.18	>100	0.23	0.06
S2d1	0-20	6.0	5.4	1.77	4.07	0.19	21	6.6	11.69	16.52	0.49	1.76	30.46	23.82	>100	0.00	0.00
	20-40	5.2	4.7	2.17	4.68	0.14	33	6.2	9.29	16.00	0.44	2.49	28.22	25.11	98	0.62	0.08
S2d2	0-20	5.6	5.0	1.78	4.96	0.12	41	5.2	9.45	15.86	0.49	1.21	27.01	23.40	95	0.02	0.01
	20-40	5.5	5.5	1.01	4.74	0.15	38	5.9	8.30	16.88	0.49	1.89	27.56	22.66	99	0.00	0.00

Tabel 6. Hasil analisis kandungan logam berat dalam tanah

Perlakuan	Kedalaman	Logam berat					
		Pb	Cd	Cr	Ni	Zn	Cu
	...cm...ppm.....					
Kontrol	0 - 20	33,35	0,40	67,94	25,56	46,72	5,09
	20 - 40	38,10	2,02	73,62	22,48	49,54	6,25
S ₁ d ₁	0 - 20	40,49	0,80	71,71	26,56	44,85	6,25
	20 - 40	42,86	1,21	62,28	26,56	57,35	5,86
S ₁ d ₂	0 - 20	38,11	0,81	62,28	18,38	52,35	6,24
	20 - 40	40,49	2,01	60,39	22,46	52,67	5,48
S ₂ d ₁	0 - 20	42,87	1,20	52,85	18,38	38,61	4,70
	20 - 40	38,10	0,80	52,85	16,34	34,69	3,91
S ₂ d ₂	0 - 20	42,87	1,61	56,61	16,35	36,25	3,52
	20 - 40	40,50	1,60	56,63	22,47	35,95	3,52

KESIMPULAN

1. Sifat fisika dan kimia tanah areal timbunan merupakan faktor penghambat utama pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam upaya reklamasi lahan pasca penambangan batubara. Berat isi $> 1,2 \text{ g/cm}^3$ (tergolong padat), pori aerasi tergolong sedang dengan permeabilitas agak lambat. Sedangkan sifat kimia tanah dengan kondisipH yang rendah (sangat masam) dan kandungan garam Mg dan Na yang sangat tinggi dapat meracuni tanaman reklamasi.
2. Keragaan pertumbuhan dan perkembangan tanaman agak lambat. Walaupun demikian, nampak bahwa perlakuan S_2d_1 (jarak antar saluran 10 m dengan kedalaman saluran 25 cm) memberikan dampak yang lebih baik terhadap keragaan dan pertumbuhan tanaman.
3. Pemberian mulsa rumput lokal 6 ton/ha belum mampu memberikan pengaruh yang berarti dalam pembentukan struktur tanah yang gembur maupun perbaikan sifat fisika dan kimia tanah bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman di areal timbunan pasca penambangan batubara.
4. Kandungan beberapa unsur logam berat masih berada di bawah baku mutu untuk lahan pertanian, namun khusus untuk Cadmium (Cd) perlu diwaspadai karena berada pada ambang batas baku mutu.
5. Dalam upaya reklamasi areal timbunan pasca penambangan, penanaman *legume cover crop* disarankan menggunakan sistem bedengan/guludan disertai dengan pemberian mulsa rumput lokal 10-15 t/ha dan disebar dipermukaan tanah untuk mengurangi evaporasi dan memelihara kelembaban tanah.
6. Penanaman tanaman tahunan menggunakan sistem pot berukuran 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m pada guludan individu dan diberi mulsa yang disebar disekitar pokok tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, I.P.G.W. 1993. Penjajagan hara/kendala tanah berbagai lapisan di Tambang Batubara Bukit Asam. Laporan Akhir, Reklamasi, Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan serta Pelatihan. Bogor. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. (Tidak dipublikasikan).
- Adiningsih, J.S. dan Sudjadi, M. 1993. Peranan sistem bertanam lorong (*alley cropping*) dalam meningkatkan kesuburan tanah pada lahan kering masam. dalam Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat, Puslittanak, Bogor. Hlm 30-40
- Dai, J. 1993. Identifikasi dan Karakterisasi Lapisan Sedimen di Tambang Batubara Bukit Asam. Laporan Akhir Reklamasi, Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Serta Pelatihan. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- KLH dan Dalhousie Univ. 1992. *Enviromental management development in Indonesia. Report on soil quality standard for Indonesia*. Jakarta.
- Mulyani, A., Soekardi, M., Adiningsih, J. S. dan Widowati, L. R. 1995. Perbandingan campuran tanah merah dan *blue clay* untuk dasar reklamasi lahan di PTBA Tanjung Enim dengan indikator tanaman Jagung. Prosiding Pembahasan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bidang Fisika, Konservasi Tanah dan Air dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 26-28 September 1995.
- PCARRD. 1986. *Enviromental adaptation of crops*. Book series No. 37/1986. Los Banos, Laguna, Philippines.
- PROSEA. 1992. *Plant Resources of South East Asia*. Vol. 1 s/d 4. Bogor.

- Puslittanak. 1995. Laporan Akhir Pengujian dan Pengembangan Reklamasi Sumberdaya Lahan serta Pelatihan Tahun II. Bogor. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. (Tidak dipublikasikan).
- Retno, L.W., Wiwik H., Adhi, I.P.G.W. 1995. Penjajagan hara pada beberapa lapisan geologi Tambang Batubara Bukit Asam. Prosiding Pembahasan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bidang Kesuburan dan Produktivitas Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 10-12 Januari 1995. Hlm 75-86.
- Sudjadi M. 1996. Reklamasi dan reboisasi lahan bekas tambang. Makalah disajikan pada pertemuan teknis pengelolaan lingkungan Departemen Pertambangan dan Energi 1995/1996. -. Ditjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Departemen Kehutanan. (Tidak dipublikasikan).
- Soekardi, M., Mulyani, A. dan Surya, A. 1995. Karakterisasi Tanah dan Penataan Ruang Kawasan Penambangan batubara Di PTBA Tanjung Enim. Laporan Akhir Pengujian dan Pengembangan Reklamasi, Sumberdaya Lahan serta Pelatihan Tahun II. Bogor. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. (Tidak dipublikasikan).
- Tala'ohu, S. H., Moersidi, S., Sukristiyonubowo dan Gunawan, S. 1995. Sifat fisiko-kimia tanah timbunan Tambang Batubara (PTBA) Di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor. Prosiding Pembahasan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bidang Fisika, Konservasi Tanah dan Air dan Agroklimat. Bogor, 26-28 September 1995. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 26-28 September 1995..
- Tala'ohu, S. H., Sukmana, S., Erfandi, D. dan Sudjarwadi, D.. 1996. Reklamasi tanah timbunan sisa galian penambangan batubara dan monitoring erosi Di Tanjung Enim. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor. Prosiding Pembahasan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bidang Fisika, Konservasi Tanah dan Air dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 21-23 Agustus 1996.
- Tala'ohu, S. H., Erfandi, D. dan Syamsidi, G. 1999. Adaptasi beberapa jenis tanaman kayu-kayuan dan buah-buahan dalam upaya penghijauan areal timbunan bekas penambangan Batubara. Bogor. Kerja Sama PTBA dengan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Lahan, Buku III. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Cisarua-Bogor, 9-11 Februari 1999. Hlm. 535-553
- Webb D.B., Wood. P.J., Smith, J.P. and Henman, G.S. 1984. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Trop. Forestry papers* No. 15. Oxford. Comm. Forestry Institute.
- Widdowson, J.P., 1984 *Application of land rehabilitation techniques to return mined land to productive forming and presting uses*. Manuskrip, PTBA.